



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  G06F 17/00		A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/40825  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 17. September 1998 (17.09.98)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00708</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 10. März 1998 (10.03.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 09 819.3 10. März 1997 (10.03.97) DE 197 46 077.1 17. Oktober 1997 (17.10.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): PLANKENSTEINER, Peter [DE/DE]; Gabelsbergerstrasse 17, D-91052 Erlangen (DE). DIECKMANN, Ulrich [DE/DE]; Kanalstrasse 3, D-91096 Möhrendorf (DE).</p> <p>(74) Anwalt: LEONHARD, Reimund; Leonhard Olgemöller Fricke, Josephspitalstrasse 7, D-80331 München (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	
<p>(54) Title: RELIABLE IDENTIFICATION WITH PRESELECTION AND REJECTION CLASS</p> <p>(54) Bezeichnung: SICHERE IDENTIFIKATION MIT VORAUSWAHL UND RÜCKWEISUNGSKLASSE</p> <pre> graph TD     TS[Test SAMPLE Testmuster] -- "50 NECESSARY INFORMATION Notwendige Information" --&gt; K1_Kn[CLASSES K1, ..., Kn]     TS -- "60 Hinzehende Information SUFFICIENT INFORMATION" --&gt; PreClass[PRE-CLASSIFICATION]     K1_Kn --&gt; FC[FINAL CLASSIFICATION Endklassifikation]     FC --&gt; ER[Ergebnis RESULT]     PreClass --&gt; FC     PreClass -- "20" --&gt; RC[REJECTION CLASS Rückweisungsklasse]     RC --&gt; FC     PreClass --&gt; SD[SELECTION PROCESS Auswahlverfahren]     SD --&gt; PreClass     SD --&gt; ANY[ANY DATA SET Beliebige Datensätze]     ANY --&gt; LData[Lem-Datensätze]     LData --&gt; PreClass     </pre>			
<p>(57) Abstract</p> <p>Disclosed is a method for classifying samples wherein the information content of a sample is divided up into two information areas. The first area contains necessary information and the second area contains sufficient information. An initially imprecise preselection concerning a plurality but extremely limited number of classes is made through the necessary information area. After said preselection, identification occurs with the sufficient information area in order to pinpoint the initially imprecise preselection in relation to an effective target class. This enables classification quality to be improved by means of new classifiers or new principal formulations of classification formulations.</p>			

(57) Zusammenfassung

Vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Klassifizieren von Mustern, bei dem der Informationsgehalt eines Musters in zwei Informationsbereiche eingeteilt wird, von denen der erste Bereich notwendige Informationen und der zweite Bereich hinreichende Informationen beinhaltet. Durch den notwendigen Informationsbereich wird eine noch unscharfe und mehrere, aber eine stark begrenzte Anzahl von Klassen betreffende Vorauswahl getroffen. Nach der Vorauswahl erfolgt eine Identifikation mit dem hinreichenden Informationsbereich, um die noch unscharfe Vorauswahl hinsichtlich einer tatsächlichen Zielklasse zu konkretisieren. Damit wird erreicht, die Güte der Klassifikation weiter zu verbessern, sei es durch neue Klassifikatoren oder durch neue prinzipielle Ansätze des Klassifikationsansatzes.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Sichere Identifikation mit Vorauswahl und Rückweisungsklasse

Die Klassifikation von Datensätzen (z.B. Bilddaten, Sprachsignal) ist Grundlage einer "intelligenten" Computerleistung. Die Anwendungsgebiete sind zahlreich, z.B.

5 industrielle Fertigung, biometrische Personenerkennung, medizinische Bildverarbeitung, etc.

Der Stand der Technik umfaßt zahlreiche Klassifikatoren, z.B.

10 - Statistische Klassifikatoren (Normalverteilungsklassifikatoren)  
- Neuronale Netze  
- Synergetische Algorithmen  
- Nächster-Nachbar-Klassifikator

15 Standardliteratur in der Mustererkennung ist Niemann, "Klassifikation von Mustern", Springer Verlag, 1983.

Die Erfindung geht **von der Aufgabe aus**, die Güte der Klassifikation weiter zu verbessern, sei es durch neue Klassifikatoren oder durch neue prinzipielle Ansätze des Klassifikationsansatzes. Gelöst wird die Aufgabe mit Anspruch 1 oder 10.

20 Erläuterungen sollen das Verständnis der in den Ansprüchen gewählten technischen Begriffe stützen.

Identifikation (oder Klassifikation) von n Klassen:

25 Nachdem aus einer vorgegebenen repräsentativen Stichprobe in einem sog. Einlernprozeß n Klassen gebildet wurden, heißt die Einordnung eines (noch) unbekannten Musters in eine bestimmte Klasse 'Identifikation'. Dabei kann durch Einführen einer Rückweisungsschwelle das Muster als unbekannt abgewiesen werden. Wenn es der Rückweisungsklasse näher ist, als den eingelernten oder bekannten Zielklassen der Identifikation, wird es dorthin 30 klassifiziert. Rückweisungsschwelle und -klasse können alternativ und kumulativ vorgesehen werden. Ein "zurückgewiesenes Muster" (Objekt oder Person) liegt vor, wenn alle jeweils vorgesehenen "Rückweisungen" (Schwelle oder/und Klasse) angesprochen haben. Eine erfolgreiche 'Identifikation' setzt 35 voraus, daß aus dem Testmuster *hinreichende* Information für eine eindeutige Zuordnung in eine der n Klassen des Einlernprozesses gewonnen werden kann.

## Verifikation:

5 Durch ein A-Priori-Wissen über die Soll-Klasse wird eine Identifikation mit  $n=1$  durchgeführt, d.h. es kann nach Art einer Binär-Entscheidung (nur) zu einer Akzeptanz oder Rückweisung des Testmusters kommen (Mustern im Test, kurz: "Testmuster").

## FAR, FRR, Gütefunktion:

10 Die FAR (false acceptance rate) gibt die Quote von *falsch erkannten* Mustern wieder; die FRR (false rejection rate) die Quote von *falsch zurückgewiesenen* Mustern. Eine Gütefunktion  $G=G(FAR, FRR)$  gibt die Güte eines Klassifikationsverfahrens an, z.B.  $G=1-FAR-FRR$ . Je genauer die Klassifikation, desto näher ist  $G$  an "Eins". Eine Gewichtung der FAR und FRR kann Einfluß nehmen, wenn der eine oder andere der Parameter FAR, FRR betont werden soll, beispielsweise durch eine Mittelwertbildung mit Gewichtungsfaktoren 15  $g_1, g_2$ , z. B.  $(g_1 \cdot FAR + g_2 \cdot FRR) / (g_1 + g_2)$ . In der praktischen Anwendung wird eher FRR von größerer Bedeutung sein, so daß z. B.  $g_2=2$  und  $g_1=1$  gewählt werden können, um die Güte  $G$  "meßbar" zu machen und Identifikationen vergleichen zu können.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren dient der Erhöhung der Klassifikationsgüte.

25 (a) In einem ersten Schritt erfolgt eine 'Identifikation' von  $n$  Klassen, die durch eine doppelte Ausnutzung der gegebenen Informationen besser gelöst wird. Dazu wird der Informationsgehalt des Testmusters in einen *notwendigen* und einen 30 *hinreichenden* Teil für die Zugehörigkeit zu einer Klasse eingeteilt. Durch den notwendigen Teil kann eine Vorauswahl (Vorklassifizierung) der in Betracht kommenden Klassen vorgenommen werden. Es wird hierbei keine eindeutige (vielmehr eine unscharfe) Klassifikation geliefert, jedoch die Zahl der tatsächlich für das Muster in Frage kommenden Klassen stark eingeschränkt. Durch diesen Schritt kann die Identifikation "besser" (im Sinne der obigen Gütefunktion  $G$ ) gelöst werden.

35 (b) In einem zweiten Schritt wird die Klassifikationsgüte durch eine (zusätzliche) Rückweisungsklasse erhöht. Diese Klasse dient zur Unterstützung der Rückweisung, d.h. zusätzlich zu Rückweisungen, die z.B. durch Schwellenentscheidungen gewonnen wurden, ist eine spezielle Rückweisungsklasse 'gleichberechtigt' zu den Identifikationsklassen (die konkreten Zielklassen), in die klassifiziert werden kann. Mit der

Rückweisungsklasse wird ein A-Priori-Wissen über die Objekte/Personen (allgemein: Muster), die abgewiesen werden sollen, dahingehend berücksichtigt, daß z.B. ein repräsentativer Querschnitt der abzuweisenden "Muster" in diese Rückweisungsklasse eingelernt wird und dem Klassifikator damit bekannt ist.

Die Zusammensetzung der Rückweisungsklasse ist "erfolgsorientiert", d.h. das Klassifikationsproblem muß durch die Nutzung der Rückweisungsklasse besser (im Sinne der Gütfunktion) gelöst werden. Sind abzuweisende Muster z.B. bekannt, so können sie alle in die Rückweisungsklasse eingelernt werden. In der Regel ist aber nur ein bestimmter Teil davon für eine bessere Rückweisungsklasse notwendig, ein anderer Teil kann z.B. aus einer völlig problemfremden Datenbank stammen.

Als Methode zur Auswahl der Rückweisungsmuster kommen Auswahlverfahren in Betracht, z.B. Erproben aller Möglichkeiten und Verwendung derjenigen Datensätze (von Mustern), die zu dem besten Ergebnis führen.

Die Erfindung(en) werden nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele erläutert und ergänzt.

5 **Figur 1** ist ein graphisches Beispiel einer Klassifikation mit einer Rückweisungsklasse.

Ein konkreter Lern- und Klassifikationsvorgang erfolgt in folgenden Schritten:

10 Bereitstellung der digitalen Datensätze eines Klassifikationsproblems.

15 Bestimmung der Identifikationsklassen  $K_1, \dots, K_n$  durch eine repräsentative Stichprobe der jeweiligen Klasse (übliches Lernverfahren).

20 Für jede Teilmenge von  $\{K_1, \dots, K_n\}$  wird eine Rückweisungsklasse bestimmt, die die Gesamtheit aller möglichen Testmuster von dieser Teilmenge abgrenzt. Es können dazu z.B. die Datensätze der anderen Klassen und/oder potentielle Rückweisungskandidaten verwendet werden.

25 Berechnung des notwendigen Informationsgehalts. Das können durchaus verschiedene Merkmale sein, die allerdings - damit es sinnvoll ist - zu einer Einschränkung in der Klassenauswahl 20 verwendet werden können.

30 Durch Berücksichtigung der notwendigen Bedingung wird die Identifikation von  $n$  Klassen auf eine Klassifikation 30 geringeren Grades  $m$  (im besten Fall  $m=1$ ) zurückgeführt.

35 Der zweite Schritt beinhaltet die Identifikation/Verifikation 40, die zusätzlich mit der Rückweisungsklasse 10 durchgeführt wird.

40 Erfolgt die Zuordnung in eine der  $m$  Klassen  $K_1 \dots K_m$ , gilt das Objekt bzw. die Person als entsprechend erkannt, erfolgt die Zuordnung in die Rückweisungsklasse 10 bzw. ist eine Rückweisungsschwelle überschritten, wird das Objekt bzw. die Person abgewiesen.

Ein sehr treffendes Beispiel des ersten Schrittes läßt sich anhand des Unterschieds von **Spracherkennung** und **Sprecher-Erkennung** erläutern:

Spracherkennung:

5        Ein gesprochenes Wort wird - möglichst unabhängig von dem spezifischen Sprecher - mit Methoden der Signalverarbeitung erkannt.

Sprecher-Erkennung:

10      Die Aufnahme eines Sprachsignals wird - möglichst unabhängig vom Inhalt - einem Sprecher zugeordnet.

Das angestrebte Ziel soll eine zuverlässige **Sprecher-Erkennung** sein, die z.B. zur Zutritts- oder Zugangskontrolle dient.

15      Im Beispiel 1 müssen die Sprecher für die Identifikation ihren Nachnamen aussprechen. Eine **notwendige** Voraussetzung, daß z.B. Herr Maier als derjenige auch erkannt wird, liegt darin, daß der Name "Maier" ausgesprochen wurde. Durch eine Spracherkennung kommen nur die Klassen in Betracht, die phonetisch wie "Maier" klingen. In diesem Beispiel ist keine Reduzierung auf  $n=1$  vorgesehen, da z.B. auch  
20      **Frau** Maier oder **Hr.** Meyer, die auch erkannt werden sollen, in die (klangliche) Unterauswahl "Maier" fallen und klassifikationsrechtlich verwechselbar sind. Erst die nachfolgende Sprecher-Erkennung ergibt ein eindeutige Zuordnung. Das Beispiel 1 umschreibt also bei der Spracherkennung einen **notwendigen** Informationsbereich, um alle Nicht-"Maier", die nicht klanglich wie "Maier" klingen, vorab auszusondern.

25      Im Beispiel 2 müssen die Sprecher für die Identifikation ein personenspezifisches eindeutiges Codewort nennen, z.B. eine Zahlenfolge. Die vorgeschaltete Spracherkennung ergab eine Reduzierung des Identifikationsproblems auf  $n=1$ , d.h. es ist jetzt nur noch nötig, eine Verifikation durchzuführen, basierend auf einem  
30      **hinreichenden** Informationsgehalt, bei zuvor schon ausgewertetem notwendigen Informationsgehalt.

Obwohl im Stand der Technik Sprach- besser als Sprecher-Erkennungen gelöst sind, stößt eine reine Sprecher-Erkennung wegen beschränkter Rechenkapazität schnell an  
35      ihre Grenzen, da ein Lernmuster mit jeder Klasse verglichen werden muß (Beispiel: Bankkunden). Sowohl die FAR als auch die FRR sinken aber bei kleinerer Klassenanzahl. Z.B. wird bei einem System "Sesam" gemäß DE 44 13 788.5 (oder WO 95/25316) im reinen Identifikationsfall bei 66 Personen eine Gütfunktion

( $G_{\text{sesam}} = 1 - \text{FRR} + \text{FAR}$ ) von unter 80% im akustischen Bereich erzielt, während eine Verifikation die Gütefunktion auf 97,2% erhöht.

Ein Beispiel 3 soll mit Einbindung einer Rückweisungsklasse erläutert werden. Bei der biometrischen Personenerkennung hat jede berechtigte Person eine Identifikationsklasse. Die Rückweisungsklasse wird über eine Auswahl eines großen Pools von Personendatensätzen gebildet. Neben den Identifikationsklassen stellt die Rückweisungsklasse den "Rest der Welt" dar, bildlich oft mit "im übrigen" umschrieben. Dadurch werden in der Regel unberechtigte Personen, die fälschlicherweise nicht abgewiesen wurden, in die Rückweisungsklasse eingeordnet und dadurch korrekt abgewiesen.

Bei z.B. 10 Aufnahmen (Muster) einer zu verifizierenden Person und einem Pool von 200 Aufnahmen (Muster) von einer repräsentativen Stichprobe der Bevölkerung werden die biometrischen Daten Mimik, Gesichtsbild und Akustik als Merkmale herangezogen. Weiterhin steht eine Teststichprobe von 20 Aufnahmen der zu verifizierenden Person und 100 Aufnahmen von unbekannten Personen zur Verfügung. In die Rückweisungsklasse werden die Aufnahmen aus "dem Pool" eingelernt, die zu einem optimalen Ergebnis auf der Teststichprobe führen, d.h. die Gütefunktion G wird maximiert. Es ist klar, daß bei diesem Zahlenbeispiel schnelle Auswahlverfahren verwendet werden, da das Erproben 2200 Testläufe erfordert.

Nicht berechtigte Personen konnten bislang nur über eine Rückweisungsschwelle abgewiesen werden; in Abhängigkeit dieser Schwelle ergibt sich aber eine hohe FAR oder FRR und damit ein kleiner Gütewert G.

Die Erfindung geht von der Vorgabe aus, die Güte einer Klassifikation in einer Identifikation weiter zu verbessern, sei es durch neue Klassifikatoren oder durch neue prinzipielle Ansätze des Klassifikationsansatzes. Vorgeschlagen wird dazu ein Verfahren zum Klassifizieren mit zwei Verfahrensschritten, bei dem der Informationsgehalt eines Musters (Objekt oder Person) in zwei Informationsbereichen ausgewertet wird, von denen der erste Bereich notwendige Informationen, der zweite Bereich hinreichende Informationen beinhaltet. Durch den notwendigen Informationsbereich wird eine noch unscharfe und mehrere, aber eine stark begrenzte Anzahl von Klassen betreffende Vorauswahl getroffen. Es erfolgt eine Identifikation mit dem hinreichenden Informationsbereich nach der Vorauswahl, um die noch unscharfe Vorauswahl hinsichtlich einer tatsächlichen Zielklasse zu konkretisieren.

**Ansprüche:**

1. **Verfahren** zum Klassifizieren von Mustern (Objekte oder Personen), bei dem der Informationsgehalt eines Musters in zwei Informationsbereiche eingeteilt wird, von denen der erste Bereich notwendige Informationen und der zweite Bereich hinreichende Informationen beinhaltet, umfassend zwei

5

**Verfahrensschritte:**

(a) durch den notwendigen Informationsbereich wird eine noch unscharfe und mehrere, aber eine stark begrenzte Anzahl von Klassen betreffende Vorauswahl getroffen;

10 (b) nach der Vorauswahl erfolgt eine Identifikation mit dem hinreichenden Informationsbereich, um die noch unscharfe Vorauswahl hinsichtlich einer tatsächlichen Zielklasse zu konkretisieren.

2. **Verfahren** nach Anspruch 1, bei dem eine Rückweisungsklasse (10) als mögliche Klasse zur Vorab-Zuordnung solcher Muster bereitsteht, die aufgrund von in der Rückweisungsklasse eingelerntem A-Priori-Wissen mit zumindest guter Wahrscheinlichkeit zurückzuweisen sind.

15

3. **Verfahren** nach einem voriger Ansprüche, bei dem das/ein A-Priori-Wissen in der/einer Rückweisungsklasse (10) vor dem Beginn des zweiten Verfahrensschrittes eingelernt wird, orientiert an einem repräsentativen Querschnitt der nicht in die Klassen der positiv klassierenden Identifikation einzuordnenden Muster, insbesondere aufgrund von sicher abzuweisenden Mustern.

20

4. **Verfahren** nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem die Rückweisungsklasse (10) jeweils zu den anderen Klassen des jeweiligen Verfahrensschrittes, insbesondere den konkreten Zielklassen des zweiten Verfahrensschrittes, gleichberechtigt ist.

25

5. **Verfahren** nach einem der obigen Ansprüche, bei dem für jede Teilmenge der Klassen der Identifikation eine (individuelle) Rückweisungsklasse erlernt oder a-priori bestimmt wird.

30

35 6. **Verfahren** nach Anspruch 5, bei dem jeweils eine Teilmenge der unscharfe Bereich der Vorauswahl (20) ist, betreffend die starke Einschränkung der möglichen Klassen für die (folgende) Identifikation (40) in konkrete Zielklassen als Endklassifikation.

7. Verfahren nach einem obiger Ansprüche, bei dem mit der notwendigen Information das Klassifizierungsproblem auf ein (noch nötiges) Erkennungsproblem deutlich geringeren Grades reduziert wird.
- 5 8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Identifikation eine Verifikation des unscharfen Vorauswahl-Bereichs ist, wobei (nur) der hinreichende Informationsgehalt (Informationsbereich) ausgewertet wird.
- 10 9. Verfahren nach einem obiger Ansprüche, bei dem eine erste Zahl von Mustern vorliegt, die in begrenztem Umfang in die Rückweisungsklasse eingelernt werden, daß sich eine andere Musterzahl ergibt, um ein optimiertes Ergebnis der von der ersten Musterzahl abweichenden Musterzahl zu erhalten, wobei sich in der ersten und anderen Musterzahl auch eine geringe Anzahl von nicht der Rückweisung zuzuordnenden Mustern befindet.
- 15 10. **Vorrichtung** mit einem Rechenwerk und einer Eingabeeinheit und einer Ausgabeeinheit, bei der das Rechenwerk so programmiert ist, um das Verfahren nach einem der obigen Verfahrensansprüche auszuführen.
- 20 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der eine Informations-Splittingeinrichtung (50) vorgesehen ist, die eine Trennung notwendiger und hinreichender Information vornimmt, um einen ersten Klassifikator (20) mit einem ersten Informationsbereich und einen Identifizierer (40) mit hinreichendem Informationsbereich zu versorgen, welche beiden Bereiche jeweils geringer sind, als die Gesamtinformation des gerade zu klassifizierenden Musters (60).
- 25 12. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der neben der zumindest einen konkreten Zielklasse (40) eine Rückweisungsklasse (10) als Speicherbereich definiert ist, die hierarchisch und funktionell den Zielklassen gleichwertig, aber vom Umfang her größer ist, um alle nicht in die mindestens eine Zielklasse aufzunehmenden Muster (60) aufzunehmen.

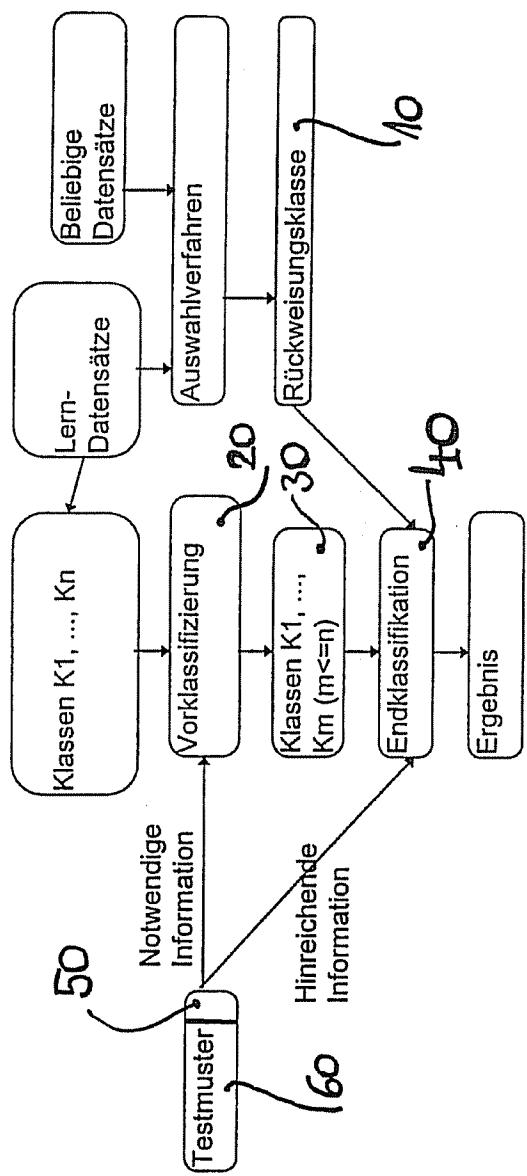


Fig. 1